

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 11-344662

(43) Date of publication of application : 14.12.1999

(51) Int.Cl.

G02B 7/28
G03B 13/36
H04N 5/232
H04N 5/238
H04N 9/04

(21) Application number : 10-153122

(71) Applicant : RICOH CO LTD

(22) Date of filing : 02.06.1998

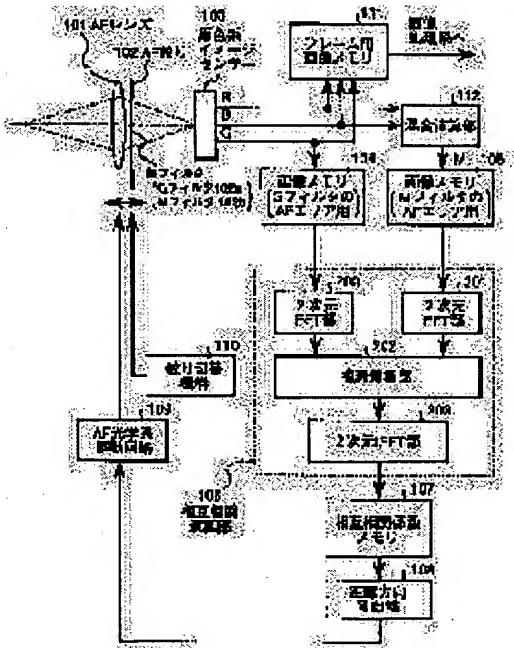
(72) Inventor : SATO MASAKI

(54) AUTOMATIC FOCUSING DEVICE

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an automatic focusing device which can perform fast focusing operation.

SOLUTION: An AF stop 102 has different color filters (G filter 102a and M filter 102b) arranged at an aperture part made eccentric with the center of an AF lens 101 and for image pickup operation by AF, image data of AF areas in an image frame corresponding to respective pieces of luminous flux passing through the color filters 102a and 102b of the AF stop 102 are obtained by colors; and a cross correlation arithmetic part 106 calculates the cross correlation between the image data by the colors and a distance and direction calculation part 108 calculates the distance to and the direction of the focusing position of the AF lens 101 according to the cross correlation to drive the AF lens 101 to the focusing position.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the automatic focus equipment applied to the image input device which used image sensors, such as a video camera and a digital camera, for the detail about automatic focus equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, various methods, such as the climbing-a-mountain method, a correlation method, and a cross-correlation method, are proposed by the focus spotting method in automatic focus equipment. Hereafter, the focus spotting method of these former is explained.

[0003] As the above-mentioned climbing-a-mountain method, there are some which were indicated by JP,3-214868,A (automatic focus equipment) and JP,3-216078,A (automatic focus equipment), for example.

[0004] The "automatic-focusing control unit" indicated by above-mentioned JP,3-214868,A The image sensor which changes into an electrical signal the optical information of the photographic subject image by which image formation is carried out to the image pick-up side of an image sensor through a lens, An AD translation means to change this changed electrical signal into a digital signal, and a memory means to store the above-mentioned digital signal temporarily for every frame, A coding means to detect the magnitude of each frequency component which performs two-dimensional orthogonal transformation to a frequency domain, and is contained in the above-mentioned image to the image formed by the above-mentioned digital signal, A focus detection means to detect the amplitude of the specific high frequency component in the above-mentioned frequency component, It has the lens driving means which adjusts the location of the above-mentioned lens with the control signal from this focus detection means, and the location of the above-mentioned lens is adjusted and it asks for a focus location so that the amplitude of the above-mentioned specific high frequency component may serve as max.

[0005] Moreover, the "automatic focus equipment" indicated by above-mentioned JP,3-216078,A is equipped with the control section which generates the control signal for performing focus actuation based on the information on the A/D converter which changes

the video signal supplied into a digital signal, the DC to AC converter which changes into a frequency component field the video signal which the above-mentioned A/D converter sends out, and the frequency component which the above-mentioned DC to AC converter sends out.

[0006] As the above-mentioned correlation method, there are some which were indicated by JP,7-154668,A (automatic-focusing adjusting device), JP,7-159685,A (automatic-focusing adjusting device), JP,7-270674,A (picture input device with an automatic-focusing adjustment means), and JP,7-287162,A (focus detection equipment), for example.

[0007] The "automatic-focusing adjusting device" indicated by above-mentioned JP,7-154668,A It is what drives the focus means of two methods and focuses photography optical system based on the information from an optoelectric transducer that image formation of the photographic subject image is carried out through photography optical system. The focus means of the 1st method It carries out to migration of an image pick-up lens serially with focal evaluation of a photographic subject image, and the place used as the maximum of an evaluation value is made into a focusing point. The focus means of the 2nd method By the method which the diaphragm which has two openings is located in photography optical system, and divides one photographic subject image into two optical paths, is made to carry out image formation to an optoelectric transducer, and judges a focus and un-focusing by the difference in an image formation location It focuses with the focus means of the autocorrelation method which is the 2nd method first, and then focuses with the focus means of the mountain-climbing method which is the 1st method.

[0008] Moreover, the "automatic-focusing adjusting device" indicated by above-mentioned JP,7-159685,A The 1st focus means which focuses a photographic subject from the information on two or more photographic subject images which carry out image formation through a different optical path, In the equipment which has the 2nd focus means which focuses a photographic subject from the information on one photographic subject image which carries out image formation, uses each focus means in the 1st-2nd sequence, and performs focus actuation The property of the filter for a signal extract suitable for a setup of a ranging frame and each photography scene where the far and near contention used for the focus actuation which the 1st focus means depends does not take place is determined.

[0009] Moreover, "the picture input device with an automatic-focusing adjustment means" indicated by above-mentioned JP,7-270674,A An image formation means to carry out image formation of the photographic subject image to a photographic subject image detection means to detect a photographic subject image, A light exposure adjustment means to have the converging section material which adjusts the quantity of light of the flux of light which passes an image formation means, and the shutter member which adjusts the exposure time, In case it has a focal judging means which is different based on the signal from a photographic subject image detection means, respectively and focus control of an image formation means is performed using the signal from two or

more focal judging means, a light exposure adjustment means adjusts an exposure condition according to the class of judgment means, and the brightness of a photographic subject image.

[0010] Moreover, the "focus detection equipment" indicated by above-mentioned JP,7-287162,A The diaphragm which has two or more openings divides the pupil of a photography system into two or more fields. Two or more image information based on the flux of light which passed through two or more divided this fields is formed on a color image pick-up means side. When the focus condition of this photography system is detected in two or more focus locations using the picture signal from this color image pick-up means, the focus detection method selection means after detecting these two or more focus locations -- this -- or [focusing using other 2nd different focus means from the 1st focus means] -- or -- this -- it chooses whether the 1st focus means performs focus actuation, and the focus condition of this photography system is detected.

[0011] As a describing [above] cross-correlation method, there are some which were indicated by JP,5-103251,A (automatic focus equipment) and JP,6-250077,A (automatic focus equipment using a single lens), for example.

[0012] The "automatic focus equipment" indicated by above-mentioned JP,5-103251,A It has the light sensing portion which carries out image formation of the image of the body for a focus, and the lens prepared between this light sensing portion and the body for a focus. Establish a quantity of light adjustment means to change the amount of incident light to some light sensing portions of the light from the body for a focus, and the modification location of the amount of incident light to said light sensing portion by this quantity of light adjustment means is set in the field of a lens with a change means. It changes to at least 2 locations, correlation of the video signal from the light sensing portion in these at least 2 locations is searched for in correlator, the direction and discrepancy of a focal gap are judged with a judgment means, and the distance of a lens and a light sensing portion is controlled based on the decision output of this judgment means.

[0013] Moreover, "the automatic focus equipment using a single lens" indicated by above-mentioned JP,6-250077,A The optical system of automatic focus equipment is constituted from a single lens and a mask arranged before this lens or to the backside. The mask which it converged with the lens separates, a CCD sensor is irradiated, and laser light is made to focus automatically to a workpiece by moving an objective lens, taking correlation between two output signals outputted from a CCD sensor.

[0014]
[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, although AF evaluation value in the incorporation location of an image is acquired by the focus method by the above-mentioned climbing-a-mountain method, it is difficult to detect in which a focusing point shall exist between the front of this auto-focus lens location, or back. For this reason, since AF evaluation value of the whole region of a lens successive range is needed in order to avoid the maximum point and to detect a focus location, the actuation which the

count of photography for this whole region is needed, and is returned to a focusing point location is added, and there is a problem of taking time amount before obtaining an exact focal location.

[0015] Moreover, by the focus method by the above-mentioned correlation method, although picturized on one frame about the two or more different flux of lights, while this can acquire AF information from the incorporation image for one frame, although it is correlation by the same data therefore, it results in showing very high peak value in the home position (focusing point) of an auto correlation coefficient. For this reason, there is a problem that it cannot but depend on other methods near the focusing point.

[0016] Moreover, by the focus method by the describing [above] cross-correlation method, although each is picturized on another frame about the two or more different flux of lights, while this needs to prepare two or more frames, it does not produce very high peak value in a home position like a correlation method. AF information can be acquired without being buried in this peak value from this from [near the focusing point] to a distant place. However, the computational complexity of the cross-correlation operation about the whole frame has crossed the practical range, and there is a problem at the point which requires time amount.

[0017] This invention is made in view of the above, and aims at offering the automatic focus equipment in which high-speed focus actuation is possible.

[0018]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, the automatic focus equipment concerning claim 1 The auto-focus lens for doubling the focus of the photographic subject for a focus, and a color image pick-up means to change into an electrical signal the photographic subject image of the photographic subject for [by which image formation is carried out] a focus, and to output as image data, Opening in a mutually different eccentric location to the core of an auto-focus lens, respectively *****. It has AF diaphragm which restricts the flux of light from the photographic subject for [said] a focus with which a color filter which is different in each opening concerned has been arranged, respectively. A part of image frame picturized by said color image pick-up means is set up as AF area. In the image pick-up for AF The image data of AF area in each image frame according to each flux of light which passes each color filter of said AF diaphragm is acquired, respectively. The cross-correlation between the image data of said AF area is computed, the distance and the direction of [to the focus location of said auto-focus lens] are computed based on the cross-correlation concerned, and the auto-focus lens concerned is driven in a focus location.

[0019] Moreover, in the automatic focus equipment which the automatic focus equipment concerning claim 2 requires for claim 1, one side of said different color filter consists of a primary color filter, and another side consists of a complementary filter.

[0020] Moreover, in the automatic focus equipment which the automatic focus equipment

concerning claim 3 requires for claim 2, said primary color filter consists of a G filter, and said complementary filter consists of an M filter.

[0021] Moreover, an auto-focus lens for the automatic focus equipment concerning claim 4 to double the focus of the photographic subject for a focus, A color image pick-up means to change into an electrical signal the photographic subject image of the photographic subject for [by which image formation is carried out] a focus, and to output as image data, Opening in a mutually different eccentric location to the core of an auto-focus lens, respectively *****, It has AF diaphragm which restricts the flux of light from the photographic subject for [said] a focus with which a color filter which is different in each opening concerned has been arranged, respectively. A part of image frame picturized by said color image pick-up means is set up as AF area. In the image pick-up for AF The image data of AF area in each image frame according to each flux of light which passes each color filter of said AF diaphragm is acquired, respectively. The cross-correlation between the image data concerned is computed, and based on the cross-correlation concerned, the focus location of the outline of the auto-focus lens concerned is computed by computing the distance and the direction of [to the focus location of said auto-focus lens]. Further near the focus location of said outline A final focus location is judged based on the high frequency component of the image data of AF area picturized and obtained.

[0022]

[Embodiment of the Invention] The gestalt of the suitable operation which applied the automatic focus equipment applied to this invention with reference to an accompanying drawing below to the digital camera is explained to a detail.

[0023] (Gestalt 1 of operation) Drawing 1 shows the block diagram of AF processor of the digital camera concerning the gestalt 1 of operation. In this drawing, 101 is for the auto-focus lens arranged on an optical axis being shown, and carrying out image formation of the photographic subject image of the photographic subject for a focus on the primary color system image sensors 103. 102 is for restricting the flux of light (quantity of light) which shows AF diaphragm, is arranged at the backside [an auto-focus lens 101], and passes an auto-focus lens 101. The AF diaphragm 102 in the gestalt of this operation prepares two openings in a different eccentric location to the core of an auto-focus lens 101, and is arranging G filter 102a and M filter 102b in each opening, respectively (refer to drawing 3). 103 shows the primary color system image sensors which consist of a color CCD which changes into an electrical signal the photographic subject image by which image formation was carried out, and is outputted as image data of R, G, and B. The random access of a pixel of these primary color system image sensors 103 has become possible, and the image data of the area of the arbitration in an image frame can transmit them. These auto-focus lenses 101, the AF diaphragm 102, and the primary color system image sensors 103 constitute the optical system for an image pick-up.

[0024] 112 shows the mixed mode operation section which carries out mixed mode operation of the image data (R data) of AF area in the frame R outputted from the

primary color system image sensors 103, and the image data (B data) of AF area in the frame B outputted from the primary color system image sensors 103, and outputs the image data of M color (complementary color) in the image pick-up for AF. 104 is outputted from the primary color system image sensors 103 in the image pick-up for AF. The image memory (for AF area of G filter) which stores the image data of G of AF area in the image frame (frame G) according to the flux of light which passes G filter 102a of the AF diaphragm 102 is shown. 105 shows the image memory (for AF area of M filter) which stores the image data (M data) of AF area outputted from the mixed mode operation section 112. 106 shows the cross-correlation operation part for [which was stored in image memories 104 and 105] asking for the correlation coefficient between the image data of AF area, respectively. The two-dimensional FFT section 200 for this cross-correlation operation part 106 to carry out the two-dimensional FFT operation of the 1st image data stored in the image memory 104, The two-dimensional FFT section 201 for carrying out the two-dimensional FFT operation of the 2nd image data stored in the image memory 105, It consists of the complex multiplication section 202 which carries out complex multiplication of 2 sets of image data by which two-dimensional FFT was carried out, respectively in the two-dimensional FFT section 200 and the two-dimensional FFT section 201, and a two-dimensional IFFT section 203 which carries out two-dimensional IFFT of the result by which complex multiplication was carried out in the complex multiplication section 202.

[0025] 107 shows the cross-correlation coefficient memory which stores the correlation coefficient calculated by the cross-correlation operation part 106. 108 shows the range direction calculation section 108 which computes the distance and the direction of [to the focus location of an auto-focus lens 101] based on the correlation coefficient calculated with the cross-correlation computing element 106.

[0026] 109 shows the auto-focus lens drive for moving an auto-focus lens 101 on an optical axis, and performing focus control based on the result of an operation of the cross-correlation operation part 106. 110 shows the diaphragm change device which controls actuation of the AF diaphragm 102 while performing the change of the AF diaphragm 102 in AF actuation and photography actuation of operation. 111 shows the image memory for frames by which the image data for one picturized frame is stored for every color in the usual photography.

[0027] Drawing 2 shows the image frame and its AF area of the primary color system image sensors 103. The primary color system image sensors 103 are arranged band-like in the sensor of R, G, and B, or alternately. In this drawing, the frame of the image data according the frame of the image data according the frame of the image data based on R sensor to Frame R and G sensor to Frame G and B sensor is used as Frame B, and AF area (focal location) is set up in Frame R, Frame G, and Frame B. This AF area is good as for it being good also as a configuration which can be set as arbitration in the case of photography, and setting it as it beforehand by the photography person.

[0028] Drawing 3 is an explanatory view for explaining incorporation of the flux of light by the above-mentioned AF diaphragm 102, and shows typically the AF diaphragm 102,

the primary color system image sensors 103, image memories 104 and 105, and the mixed mode operation section 112. As shown in this drawing, 2 sets of openings are prepared in the eccentric location where the AF diaphragms 102 differ to the core (optical axis) of an auto-focus lens 101, and G filter 102a and M filter 102b are arranged by each opening. From G filter 102a, the flux of light (flux of light G) of G component passes, from M filter 102b, the flux of light (flux of light M) of M component passes, and image formation is carried out on the primary color system image sensors 103.

[0029] G sensor outputs the image data (G component) of AF area in the frame G of the flux of light G which received light to an image memory (for AF area of G filter) 104. R sensor outputs the image data (R component) of AF area in the frame R of the flux of light M which received light to the mixed mode operation section 112, and B sensor outputs the image data (B component) of AF area in the frame B of the flux of light M which received light to the mixed mode operation section 112. The mixed mode operation section 112 carries out mixed mode operation of the image data of R component and the image data of B component to input, and outputs the image data of M component to an image memory (for AF area of M filter) 105.

[0030] Below, the principle of AF actuation of the above-mentioned digital camera is explained with reference to drawing 4. Drawing 4 is an explanatory view explaining the principle of AF of the above-mentioned digital camera, and shows typically an auto-focus lens 101, the AF diaphragm 102, and the primary color system image sensors 103. In this drawing, (a) shows the passage condition of the flux of light 1 (flux of light G) passed from G filter 102a of the AF diaphragm 102, and (b) shows the passage condition of the flux of light 2 (flux of light M) passed from M filter 102b of the AF diaphragm 102.

[0031] First, in the image pick-up for AF, as shown in this drawing (a) and (b), the flux of light 1 (flux of light G) and the flux of light 2 (flux of light M) pass to coincidence, respectively from G filter 102a of the AF diaphragm 102, and M filter 102b, image formation of the flux of light 1 (flux of light G) and the flux of light 2 (flux of light M) is carried out on the primary color system image sensors 103, and they are incorporated by the primary color system image sensors 103. In primary color system image sensors, G sensor outputs the image data (G component) of AF area in the frame G of the flux of light G which received light to an image memory (AF area for filter G) 104. R sensor transmits the image data (R component) of AF area in the frame R of the flux of light M which received light to the mixed mode operation section 112, and B sensor transmits the image data (B component) of AF area in the frame B of the flux of light M which received light to the mixed mode operation section 112. The mixed mode operation section 112 carries out mixed mode operation of the image data of R component and the image data of B component to input, and transmits the image data of M component to an image memory (AF area for filter M) 105. That is, 2 sets of image data, picking ***** and AF area, is separately outputted for each flux of light by one photography.

[0032] Then, it detects how many these two image data have shifted in which direction from the direction and distance from a home position to the peak point (sunspot) of a

correlation value by asking for a mutual cross correlation function from 2 sets of these image data.

[0033] Drawing 5 is drawing showing an example of the relation of the cross correlation function of the image data of AF area of G filter (flux of light G), and the image data of AF area of M filter (flux of light M). In this drawing, (a) shows the case of a front focus, (b) shows the case where it is focusing and (c) shows the case of rear focusing. It asks for a cross correlation function (33) from 2 sets of these image data (31 32), and detects how many these two image data have shifted in which direction from the direction and distance from a home position to the peak point (sunspot) of a correlation value. Based on this detection result, the distance and the direction of [to the focus location of an auto-focus lens 101] are computed. In addition, when it is shown that it is in a location distant from a focus location and there is no gap so that extent of gap is large, it is shown that it is a focus location.

[0034] Below, the outline of whole actuation of the above-mentioned digital camera is explained with reference to drawing 1. First, if the shutter carbon button which is not illustrated will be in the condition of half-push by actuation of an operator, the optical system for an image pick-up of a digital camera will operate as an AF sensor. First, in the image pick-up for AF, the flux of light 1 (flux of light G) and the flux of light 2 (flux of light M) pass to coincidence, respectively from G filter 102a of the AF diaphragm 102, and M filter 102b, image formation of the flux of light 1 (flux of light G) and the flux of light 2 (flux of light M) is carried out on the primary color system image sensors 103, and they are incorporated by the primary color system image sensors 103. In the primary color system image sensors 103, G sensor outputs the image data (G component) of AF area in the frame G of the flux of light G which received light to an image memory (AF area for filter G) 104. R sensor transmits the image data (R component) of AF area in the frame R of the flux of light M which received light to the mixed mode operation section 112, and B sensor transmits the image data (B component) of AF area in the frame B of the flux of light M which received light to the mixed mode operation section 112. The mixed mode operation section 112 carries out mixed mode operation of the image data of R component and the image data of B component to input, and transmits the image data of M component to an image memory (AF area for filter M) 105. The flux of light which is different by one image pick-up will be incorporated.

[0035] Next, in the cross-correlation operation part 106, the operation of the cross correlation function of 2 sets of image data (image data of AF area of G filter and M filter) stored in image memories 104 and 105 is performed. In calculating 2 sets of these image data directly in a space field, such a huge sum-of-products operation is needed, and the operation time serves as size that AF area becomes large. When the image data of G filter 102a of AF area and M filter 102b is respectively set to $f(u, v)$ and $g(u, v)$ and a cross correlation function is set to $h(u, v)$, $h(u, v)$ is expressed like a bottom type (1) in a cross correlation function.

[0036]

$$h(u, v) = f(u, v) * g(u, v) \dots (1)$$

However, * shows the notation of a correlation operation.

[0037] With the gestalt of this operation, the operand is sharply reduced by transposing a space field to the multiplication in a frequency domain.

[0038] In the two-dimensional FFT sections 200 and 201, the two-dimensional Fourier transform is performed, respectively about the image data $f(u, v)$ and $g(u, v)$ of G filter 102a of AF area stored in image memories 104 and 105, respectively, and M filter 102b, and, specifically, it changes into the data $F(U, V)$ and $G(U, V)$ of a frequency domain.

[0039] Continuing, the complex multiplication section 202 performs complex multiplication as shown in a bottom type (2) to the data $F(U, V)$ and $G(U, V)$ of a frequency domain, and computes the cross correlation function H of a frequency domain (U, V) .

[0040]

$$H(U, V) = F(U, V) \times G(U, V) * \dots \quad (2)$$

However, $G(U, V) *$ It is the complex conjugate of $G(U, V)$.

[0041] And the two-dimensional IFFT section 203 computes a cross correlation function $h(u, v)$ by carrying out two-dimensional inverse Fourier transform of the cross correlation function H of a frequency domain (U, V) . This becomes computable [a cross correlation function $h(u, v)$] in the small amount of operations. This cross correlation function $h(u, v)$ is stored in the cross-correlation coefficient memory 107.

[0042] The range direction calculation section 108 computes the distance and the direction of [from the distance or the direction of the point and zero (focusing point) used as the peak of the cross correlation function $h(u, v)$ stored in the cross-correlation coefficient memory 107 to (refer to drawing 5), and the current position and the focus location of an auto-focus lens 101]. AF optical-system drive circuit 109 moves a focus location for an auto-focus lens 101 based on the distance and the direction of [to the focus location of an auto-focus lens 101] which were computed in the range direction calculation section 108. AF actuation is ended in the above actuation. In addition, in order to raise the precision of a focus, after making it once move to a focus location, you may decide to carry out by repeating the above-mentioned AF actuation, and to raise the precision of a focus more.

[0043] After AF actuation is completed, according to the diaphragm change device 110, the AF diaphragm 102 is removed from the optical system for an image pick-up, and preparations of this photography of a photographic subject are made. And after migration of an auto-focus lens 101 is completed, it will be in the condition of all push waiting of a shutter carbon button.

[0044] Then, if all push [a shutter carbon button], it will be interlocked with, a fixed time amount shutter will open, and the photographic subject image from a photographic subject will be received with the primary color system image sensors 103. And photo electric conversion of the photographic subject image is carried out with the primary color system image sensors 103, and as image data, it is transmitted to the image memory 111 for frames for every color, and is once stored. And after transmitting the image data

stored in the image memory 111 for frames to the image-processing system of the latter part which is not illustrated and passing through image processings, such as a white balance, preservation or a monitor display is carried out.

[0045] As explained above, with the gestalt 1 of this operation the AF diaphragm 102 A color filter (G filter 102a, M filter 102b) which is different in opening allotted to a different eccentric location to the core of an auto-focus lens 101 is arranged, respectively. In the image pick-up for AF The image data of AF area in the image frame according to each flux of light which passes each color filters 102a and 102b of the AF diaphragm 102 is acquired according to a color. The cross-correlation operation part 106 The cross correlation function between the image data according to the color concerned is computed. The range direction calculation section 108 Since the distance and the direction of [to the focus location of an auto-focus lens 101] are computed and the auto-focus lens 101 concerned is driven in a focus location based on the cross correlation function concerned, by one photography for AF, the distance and the direction of [to a focus location] can be acquired, and high-speed focus actuation is attained. That is, the two different flux of lights are distributed to another frame, respectively, the image data of AF area of each frame is acquired, respectively, and it asks for a correlation coefficient about 2 sets of these image data, and it becomes possible to make it focus quickly to the image area (AF area) which wants to focus, without requiring a ranging detector (AF sensor module), since it is the configuration which computes the distance and the direction of [to the focus location of an auto-focus lens 101] based on the cross correlation function concerned.

[0046] Moreover, since the primary color filter and the complementary filter are used, when primary color system image sensors are used as a color filter with the gestalt 1 of this operation, the flux of light which passed the primary color filter is sensed by the sensor of a certain Isshiki, can sense the flux of light which passed the complementary filter by the sensor of other two colors, and becomes easy [separating and incorporating the two flux of lights].

[0047] Moreover, since the primary color filter was used as G filter and the complementary filter was used as M filter with the gestalt 1 of this operation, when primary color system image sensors are used, the flux of light which passed G filter can be sensed by G color sensor, the flux of light which passed M filter can be sensed by R color and B color sensor, and it becomes easy to separate and incorporate the two flux of lights.

[0048] (Gestalt 2 of operation) Drawing 6 shows the block diagram of AF processor of the digital camera concerning the gestalt 2 of operation. The configuration with which AF processor of the digital camera of the gestalt 2 of operation shown in drawing 6 differs from the gestalt 1 of operation is a point equipped with the RF detecting element 113 which detects the high frequency component of the data F (U, V) and G (U, V) of the frequency domain of the image data by which the two-dimensional Fourier transform was carried out in the two-dimensional FFT sections 200 and 201, since other configurations

are the same as the configuration of drawing 1 , the part of an equivalent configuration attaches the same sign as drawing 1 , and explanation of this part is omitted.

[0049] In the digital camera of the gestalt 2 of operation, AF actuation of the gestalt 1 of operation, i.e., the cross correlation function of the image data of AF area according to the flux of light G and the image data of AF area according to the flux of light M, is computed, the focus location of an outline is computed by computing the distance and the direction of [to the focus location of an auto-focus lens 101] based on the cross correlation function concerned, further, it is near the focus location and a final focus location is determined by the climbing-a-mountain method. The point that the high frequency component of the image data of AF area serves as a peak is computed by the high frequency detecting element 113, and, specifically, the range direction calculation section 108 judges the point that the high frequency component of the image data of AF area serves as a peak to be a focus location. And AF optical-system drive circuit 109 moves an auto-focus lens 101 to the focus location computed in the range direction calculation section 108.

[0050] As explained above, with the gestalt 2 of this operation the AF diaphragm 102 A color filter (G filter 102a, M filter 102b) which is different in opening allotted to a different eccentric location to the core of an auto-focus lens 101 is arranged, respectively. In the image pick-up for AF The image data of AF area in the image frame according to each flux of light which passes each color filters 102a and 102b of the AF diaphragm 102 is acquired according to a color. The cross-correlation operation part 106 The cross correlation function between the image data according to the color concerned is computed. The range direction calculation section 108 Based on the cross correlation function concerned, the distance and the direction of [to the focus location of an auto-focus lens 101] are computed, and it asks for the focus location of an outline. Near the focus location of an outline further the RF detecting element 113 Based on the high frequency component of the image data of AF area picturized and obtained since a final focus location is judged, it becomes there is no focus mistake (when converging on the maximum point which is one of the faults of the climbing-a-mountain method), and possible to focus to high degree of accuracy more. Moreover, the filter circuit for high frequency component detection which can ask for a frequency component in the two-dimensional FFT section used in case a cross correlation function is computed, and is usually needed by the climbing-a-mountain method becomes unnecessary.

[0051] In addition, this invention is not limited to the above-mentioned gestalt of operation, and can be suitably changed in the range which does not change the summary of invention.

[0052] Moreover, the automatic focus equipment of this invention is widely applicable to the image input device which used image sensors, such as a video camera and a digital camera.

[0053]

[Effect of the Invention] As explained above, according to the automatic focus equipment

concerning claim 1, opening in a mutually different eccentric location to the core of an auto-focus lens, respectively *****, AF diaphragm which restricts the flux of light from the photographic subject for [said] a focus with which a color filter which is different in each opening concerned has been arranged, respectively is established. A part of image frame picturized is set up as AF area. In the image pick-up for AF The image data of AF area in each image frame according to each flux of light which passes each color filter of AF diaphragm is acquired, respectively. Since the cross-correlation between the image data of AF area is computed, the distance and the direction of [to the focus location of an auto-focus lens] are computed based on the cross-correlation concerned and the auto-focus lens concerned is driven in a focus location By one photography for AF, the distance and the direction of [to a focus location] can be acquired, and high-speed focus actuation is attained.

[0054] Moreover, since [according to the automatic focus equipment concerning claim 2 / another side] one side of a different color filter was used as the primary color filter in automatic focus equipment according to claim 1 and it consists of a complementary filter When primary color system image sensors are used, the flux of light which passed the primary color filter is sensed by the sensor of a certain Isshiki, can sense the flux of light which passed the complementary filter by the sensor of other two colors, and becomes easy [separating and incorporating the two flux of lights].

[0055] Moreover, since according to the automatic focus equipment concerning claim 3 the primary color filter was used as G filter and the complementary filter was used as M filter in automatic focus equipment according to claim 2 When primary color system image sensors are used, the flux of light which passed G filter can be sensed by G color sensor, the flux of light which passed M filter can be sensed by R color and B color sensor, and it becomes easy to separate and incorporate the two flux of lights.

[0056] According to the automatic focus equipment concerning claim 4, opening in a mutually different eccentric location to the core of an auto-focus lens, respectively Moreover, ***** AF diaphragm which restricts the flux of light from the photographic subject for [said] a focus with which a color filter which is different in each opening concerned has been arranged, respectively is established. A part of image frame picturized is set up as AF area. In the image pick-up for AF The image data of AF area in each image frame according to each flux of light which passes each color filter of AF diaphragm is acquired, respectively. The cross-correlation between the image data of AF area is computed, based on the cross-correlation concerned, the distance and the direction of [to the focus location of an auto-focus lens] are computed, and the focus location of the outline of the auto-focus lens concerned is determined. Further near the focus location of an outline Based on the high frequency component of the image data of AF area picturized and obtained since a final focus location is judged, a high speed and highly precise focus actuation are attained.

(51)Int.Cl.⁸

G 0 2 B 7/28
 G 0 3 B 13/36
 H 0 4 N 5/232
 5/238
 9/04

識別記号

F I
 G 0 2 B 7/11
 H 0 4 N 5/232
 5/238
 9/04
 G 0 3 B 3/00

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全9頁)

(21)出願番号 特願平10-153122

(22)出願日 平成10年(1998)6月2日

(71)出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72)発明者 佐藤 正喜

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

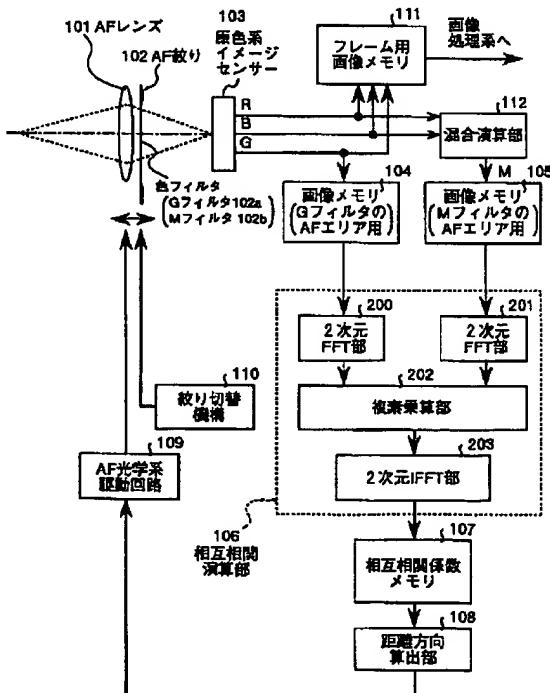
(74)代理人 弁理士 酒井 宏明

(54)【発明の名称】自動合焦装置

(57)【要約】

【課題】高速な合焦動作が可能な自動合焦装置を提供すること。

【解決手段】AF絞り102は、AFレンズ101の中心に対して異なる偏心位置に配された開口部に、異なる色フィルタ(Gフィルタ102a、Mフィルタ102b)を夫々配置し、AFのための撮像では、AF絞り102の各色フィルタ102a、102bを通過する各光束に応じた画像フレーム内のAFエリアの画像データを色別に取得し、相互相関演算部106は、当該色別の画像データ間の相互相関を算出し、距離方向算出部108は、当該相互相関に基づき、AFレンズ101の合焦位置までの距離と方向を算出して、当該AFレンズ101を合焦位置に駆動する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 フォーカス対象の被写体の焦点を合わせるためのAFレンズと、結像されるフォーカス対象の被写体の被写体像を電気信号に変換して画像データとして出力するカラー撮像手段と、

AFレンズの中心に対して互いに異なる偏心位置に開口部がそれぞれ設られ、当該各開口部に異なる色フィルタが夫々配置された、前記フォーカス対象の被写体からの光束を制限するAF絞りとを備え、

前記カラー撮像手段により撮像される画像フレームの一部をAFエリアとして設定し、

AFのための撮像では、前記AF絞りの各色フィルタを通過する各光束に夫々応じた各画像フレーム内のAFエリアの画像データを夫々取得し、前記AFエリアの画像データ間の相互相関を算出し、当該相互相関に基づき、前記AFレンズの合焦位置までの距離と方向を算出して、当該AFレンズを合焦位置に駆動することを特徴とする自動合焦装置。

【請求項2】 前記異なる色フィルタの一方は原色フィルタからなり、他方は補色フィルタからなることを特徴とする請求項1記載の自動合焦装置。

【請求項3】 前記原色フィルタはGフィルタからなり、前記補色フィルタはMフィルタからなることを特徴とする請求項2記載の自動合焦装置。

【請求項4】 フォーカス対象の被写体の焦点を合わせるためのAFレンズと、結像されるフォーカス対象の被写体の被写体像を電気信号に変換して画像データとして出力するカラー撮像手段と、

AFレンズの中心に対して互いに異なる偏心位置に開口部がそれぞれ設られ、当該各開口部に異なる色フィルタが夫々配置された、前記フォーカス対象の被写体からの光束を制限するAF絞りとを備え、

前記カラー撮像手段により撮像される画像フレームの一部をAFエリアとして設定し、

AFのための撮像では、前記AF絞りの各色フィルタを通過する各光束に夫々応じた各画像フレーム内のAFエリアの画像データを夫々取得し、

当該画像データ間の相互相関を算出し、当該相互相関に基づき前記AFレンズの合焦位置までの距離と方向を算出して、当該AFレンズの概略の合焦位置を算出し、更に、前記概略の合焦位置近傍で、撮像して得られたAFエリアの画像データの高周波成分に基づき、最終的な合焦位置を判定することを特徴とする自動合焦装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、自動合焦装置に関し、詳細には、ビデオカメラ、デジタルカメラ等の撮像素子を用いた画像入力機器に適用される自動合焦装置

に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、自動合焦装置における合焦位置決定方式には、山登り法、自己相関法、相互相関法等の種々の方式が提案されている。以下、これら従来の合焦位置決定方式について説明する。

【0003】上記山登り法としては、例えば、特開平3-214868号公報(自動合焦装置)や特開平3-216078号公報(自動合焦装置)に記載されたものが

10ある。

【0004】上記特開平3-214868号公報に記載された「自動焦点制御装置」は、撮像素子の撮像面にレンズを通じて結像される被写体像の光学情報を電気信号に変換する撮像素子と、この変換した電気信号をデジタル信号に変換するAD変換手段と、上記デジタル信号をフレーム毎に一時記憶するメモリ手段と、上記デジタル信号によって形成される画像に対し、周波数領域に2次元直交変換を施して上記画像に含まれる各周波数成分の大きさを検出する符号化手段と、上記周波数成分の中の

20特定の高周波成分の振幅を検出する合焦検出手段と、この合焦検出手段からの制御信号によって上記レンズの位置を調整するレンズ駆動手段と、を備え、上記特定の高周波成分の振幅が最大となるように上記レンズの位置を調整して合焦位置を求めるものである。

【0005】また、上記特開平3-216078号公報に記載された「自動合焦装置」は、供給される映像信号をデジタル信号に変換するA/D変換器と、上記A/D変換器が送出する映像信号を周波数成分領域に変換する直交変換器と、上記直交変換器が送出する周波数成分の

30情報に基づき、合焦動作を行うための制御信号を生成する制御部と、を備えるものである。

【0006】上記自己相関法としては、例えば、特開平7-154668号公報(自動焦点調整装置)、特開平7-159685号公報(自動焦点調整装置)、特開平7-270674号公報(自動焦点調整手段を有した画像入力装置)、特開平7-287162号公報(合焦検出手装置)に記載されたものがある。

【0007】上記特開平7-154668号公報に記載された「自動焦点調整装置」は、撮影光学系を介して被写体像が結像される光電変換素子からの情報に基づき、2方式の合焦手段を駆動して、撮影光学系の合焦を行うもので、第1の方式の合焦手段は、被写体像の焦点評価を撮像レンズの移動に伴い逐次行い、評価値の最大値となった所を合焦点とし、第2の方式の合焦手段は、撮影光学系内に2つの開口を有する絞りを位置させ、1つの被写体像を2つの光路に分割して光電変換素子に結像させ、結像位置の違いにより合焦、非合焦を判断する方式で、最初に第2の方式である自己相関方式の合焦手段にて合焦を行い、つぎに、第1の方式である山登り方式の合焦手段にて合焦を行うものである。

【0008】また、上記特開平7-159685号公報に記載された「自動焦点調整装置」は、異なる光路を通って結像する複数の被写体像の情報から被写体の合焦を行う第1の合焦手段と、結像する1つの被写体像の情報から被写体の合焦を行う第2の合焦手段とを有し、各合焦手段を第1・第2の順番に用いて合焦動作を行う装置において、第1の合焦手段による合焦動作に用いる遠近競合の起こらない測距枠の設定および各撮影場面に適した信号抽出用フィルタの特性を決定するようにしたものである。

【0009】また、上記特開平7-270674号公報に記載された「自動焦点調整手段を有した画像入力装置」は、被写体像を検出する被写体像検出手段に被写体像を結像させる結像手段と、結像手段を通過する光束の光量を調節する絞り部材と、露光時間を調節するシャッター部材とを有する露光量調整手段と、被写体像検出手段からの信号に基づいてそれぞれ異なる焦点判定手段とを有し、複数の焦点判定手段からの信号を用いて結像手段の焦点調整を行う際、露光量調整手段は判定手段の種類と被写体像の明るさに応じて露光状態を調整するものである。

【0010】また、上記特開平7-287162号公報に記載された「合焦検出装置」は、複数の開口部を有する絞りにより撮影系の瞳を複数の領域に分割し、該分割した複数の領域を通過した光束に基づく複数の画像情報をカラー撮像手段面上に形成し、該カラー撮像手段からの画像信号を用いて複数の合焦位置で該撮影系の合焦状態を検出する際、該複数の合焦位置を検出した後、合焦検出方式選択手段により該第1の合焦手段とは異なる他の第2の合焦手段を用いて合焦を行うかまたは該第1の合焦手段で合焦動作を行うかを選択して、該撮影系の合焦状態を検出するようにしたものである。

【0011】上記相互相関法としては、例えば、特開平5-103251号公報（オートフォーカス装置）、特開平6-250077号公報（単一レンズを用いるオートフォーカス装置）に記載されたものがある。

【0012】上記特開平5-103251号公報に記載された「オートフォーカス装置」は、フォーカス対象の物体の像を結像する受光部と、この受光部とフォーカス対象の物体との間に設けられるレンズとを有し、フォーカス対象の物体からの光の一部の、受光部への入射光量を変更する光量調整手段を設け、この光量調整手段による前記受光部への入射光量の変更位置を切替手段によりレンズの面内において、少なくとも2位置に切替え、この少なくとも2位置における受光部からのビデオ信号の相関を相関器において求めて、フォーカスずれの方向およびずれの量を判定手段により判定し、この判定手段の判定出力に基づきレンズと受光部の距離を制御するものである。

【0013】また、上記特開平6-250077号公報

に記載された「単一レンズを用いるオートフォーカス装置」は、オートフォーカス装置の光学系を单一のレンズと、このレンズの前側あるいは後側に配置したマスクとで構成し、レンズで収束されたマスクにより分離してCCDセンサに照射し、CCDセンサから出力される2つの出力信号間の相関を取りながら対物レンズを移動させることにより、被加工物に対しレーザー光を自動的に合焦させるものである。

【0014】

10 10 【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記山登り法による合焦方式では、画像の取り込み位置でのAF評価値が得られるが、このAFレンズ位置の前方あるいは後方のどちらに合焦点が存在するかを検出することは困難である。このため、極大点を避けて合焦位置を検出するには、レンズ移動範囲の全域のAF評価値が必要となることから、この全域分の撮影回数が必要となり、かつ合焦点位置まで戻す操作が加わり、正確な焦点位置を得るまでに時間がかかるという問題がある。

【0015】また、上記自己相関法による合焦方式では、2つ以上の異なる光束について、1つのフレームに撮像するが、これは1フレーム分の取り込み画像からAF情報を得ることができる反面、同一データによる相関であるが故に、自己相関係数の原点位置（合焦点）において非常に高いピーク値を示す結果となる。このため、合焦点近傍では、他の方式に頼らざるを得ないという問題がある。

【0016】また、上記相互相関法による合焦方式では、2つ以上の異なる光束について、それぞれを別フレームに撮像するが、これは2つ以上のフレームを用意する必要がある反面、自己相関法のような原点位置に非常に高いピーク値を生じることがない。このことから、合焦点近傍から遠方までこのピーク値に埋もれることなくAF情報を得ることができる。しかるに、フレーム全体についての相互相関演算の計算量は実用的範囲を越えており、時間がかかる点で問題がある。

【0017】本発明は、上記に鑑みてなされたものであり、高速な合焦動作が可能な自動合焦装置を提供することを目的とする。

【0018】

40 40 【課題を解決するための手段】上記課題を解決するためには、請求項1に係る自動合焦装置は、フォーカス対象の被写体の焦点を合わせるためのAFレンズと、結像されるフォーカス対象の被写体の被写体像を電気信号に変換して画像データとして出力するカラー撮像手段と、AFレンズの中心に対して互いに異なる偏心位置に開口部がそれぞれ設られ、当該各開口部に異なる色フィルタが夫々配置された、前記フォーカス対象の被写体からの光束を制限するAF絞りとを備え、前記カラー撮像手段により撮像される画像フレームの一部をAFエリアとして設定し、AFのための撮像では、前記AF絞りの各色フィ

ルタを通過する各光束に夫々応じた各画像フレーム内のAFエリアの画像データを夫々取得し、前記AFエリアの画像データ間の相互相関を算出し、当該相互相関に基づき、前記AFレンズの合焦位置までの距離と方向を算出して、当該AFレンズを合焦位置に駆動するものである。

【0019】また、請求項2に係る自動合焦装置は、請求項1に係る自動合焦装置において、前記異なる色フィルタの一方は原色フィルタからなり、他方は補色フィルタからなるものである。

【0020】また、請求項3に係る自動合焦装置は、請求項2に係る自動合焦装置において、前記原色フィルタはGフィルタからなり、前記補色フィルタはMフィルタからなるものである。

【0021】また、請求項4に係る自動合焦装置は、フォーカス対象の被写体の焦点を合わせるためのAFレンズと、結像されるフォーカス対象の被写体の被写体像を電気信号に変換して画像データとして出力するカラー撮像手段と、AFレンズの中心に対して互いに異なる偏心位置に開口部がそれぞれ設られ、当該各開口部に異なる色フィルタが夫々配置された、前記フォーカス対象の被写体からの光束を制限するAF絞りとを備え、前記カラー撮像手段により撮像される画像フレームの一部をAFエリアとして設定し、AFのための撮像では、前記AF絞りの各色フィルタを通過する各光束に夫々応じた各画像フレーム内のAFエリアの画像データを夫々取得し、当該画像データ間の相互相関を算出し、当該相互相関に基づき、前記AFレンズの合焦位置までの距離と方向を算出して、当該AFレンズの概略の合焦位置を算出し、更に、前記概略の合焦位置近傍で、撮像して得られたAFエリアの画像データの高周波成分に基づき、最終的な合焦位置を判定するものである。

【0022】

【発明の実施の形態】以下に添付図面を参照して、この発明に係る自動合焦装置をデジタルカメラに適用した好適な実施の形態を詳細に説明する。

【0023】(実施の形態1) 図1は、実施の形態1に係るデジタルカメラのAF処理系の構成図を示す。同図において、101は光軸上に配置されたAFレンズを示し、フォーカス対象の被写体の被写体像を原色系イメージセンサー103上に結像するためのものである。102はAF絞りを示し、AFレンズ101の後側に配置され、AFレンズ101を通過する光束(光量)を制限するためのものである。本実施の形態におけるAF絞り102は、AFレンズ101の中心に対して異なる偏心位置に2つの開口部を設け、各開口部にGフィルタ102a、Mフィルタ102bをそれぞれ配設している(図3参照)。103は結像された被写体像を電気信号に変換してR、G、Bの画像データとして出力するカラーCCD等からなる原色系イメージセンサーを示す。この原色

系イメージセンサー103は、画素のランダムアクセスが可能となっており、画像フレーム内の任意のエリアの画像データが転送可能となっている。これらAFレンズ101、AF絞り102、および原色系イメージセンサー103は、撮像用光学系を構成する。

【0024】112は、AFのための撮像において、原色系イメージセンサー103から出力されるフレームR内のAFエリアの画像データ(Rデータ)と、原色系イメージセンサー103から出力されるフレームB内のAFエリアの画像データ(Bデータ)を混合演算してM色(補色)の画像データを出力する混合演算部を示す。104は、AFのための撮像において、原色系イメージセンサー103から出力される、AF絞り102のGフィルタ102aを通過する光束に応じた画像フレーム(フレームG)内のAFエリアのGの画像データを格納する画像メモリ(GフィルタのAFエリア用)を示し、105は、混合演算部112から出力されるAFエリアの画像データ(Mデータ)を格納する画像メモリ(MフィルタのAFエリア用)を示す。106は、画像メモリ104、105に格納した夫々AFエリアの画像データ間の相互相関係数を求めるための相互相関演算部を示す。この相互相関演算部106は、画像メモリ104に格納された第1画像データを2次元FFT演算するための2次元FFT部200と、画像メモリ105に格納された第2画像データを2次元FFT演算するための2次元FFT部201と、2次元FFT部200および2次元FFT部201で夫々2次元FFTされた2組の画像データを複素乗算する複素乗算部202と、複素乗算部202で複素乗算された結果を2次元IFTする2次元IFT部203とから構成される。

【0025】107は相互相関演算部106で演算された相関係数を格納する相互相関係数メモリを示す。108は相互相関演算器106で演算された相関係数に基づき、AFレンズ101の合焦位置までの距離と方向を算出する距離方向算出部108を示す。

【0026】109は相互相関演算部106の演算結果に基づき、AFレンズ101を光軸上に移動させて焦点調整を行うためのAFレンズ駆動機構を示す。110はAF動作と撮影動作の場合のAF絞り102の動作切替を行うとともに、AF絞り102の動作を制御する絞り切替機構を示す。111は通常の撮影の場合に、撮像された1フレーム分の画像データが各色毎に格納されるフレーム用画像メモリを示す。

【0027】図2は、原色系イメージセンサー103の画像フレームおよびそのAFエリアを示す。原色系イメージセンサー103は、R、G、Bのセンサーが帯状若しくは千鳥状に配列されている。同図において、Rセンターによる画像データのフレームをフレームR、Gセンターによる画像データのフレームをフレームG、Bセンターによる画像データのフレームをフレームBとし、フ

レームR、フレームG、フレームB内には、AFエリア（フォーカス位置）が設定される。このAFエリアは、撮影の際に撮影者により任意に設定可能な構成としても良いし、また、予め設定しておくことにも良い。

【0028】図3は、上記AF絞り102による光束の取り込みを説明するための説明図であり、AF絞り102、原色系イメージセンサー103、画像メモリ104、105、および混合演算部112を模式的に示している。同図に示すように、AF絞り102は、AFレンズ101の中心（光軸）に対して異なる偏心位置に2組の開口部が設けられ、各開口部にGフィルタ102aとMフィルタ102bが配設されている。Gフィルタ102aからはG成分の光束（光束G）が通過し、Mフィルタ102bからはM成分の光束（光束M）が通過して原色系イメージセンサー103上に結像される。

【0029】Gセンサーは、受光した光束GのフレームG内のAFエリアの画像データ（G成分）を画像メモリ（GフィルタのAFエリア用）104に出力する。Rセンサーは、受光した光束MのフレームR内のAFエリアの画像データ（R成分）を混合演算部112に出力し、また、Bセンサーは、受光した光束MのフレームB内のAFエリアの画像データ（B成分）を混合演算部112に出力する。混合演算部112は、入力するR成分の画像データとB成分の画像データとを混合演算し、M成分の画像データを画像メモリ（MフィルタのAFエリア用）105に出力する。

【0030】つぎに、上記デジタルカメラのAF動作の原理を図4を参照して説明する。図4は上記デジタルカメラのAFの原理を説明する説明図であり、AFレンズ101、AF絞り102、および原色系イメージセンサー103を模式的に示している。同図において、（a）はAF絞り102のGフィルタ102aから通過する光束1（光束G）の通過状態を示し、（b）はAF絞り102のMフィルタ102bから通過する光束2（光束M）の通過状態を示す。

【0031】まず、AFのための撮像では、同図（a）、（b）に示すように、AF絞り102のGフィルタ102a、Mフィルタ102bからそれぞれ光束1（光束G）、光束2（光束M）が同時に通過し、光束1（光束G）、光束2（光束M）が原色系イメージセンサー103上に結像され、原色系イメージセンサー103により取り込まれる。原色系イメージセンサーにおいては、Gセンサーは、受光した光束GのフレームG内のAFエリアの画像データ（G成分）を画像メモリ（フィルタG用AFエリア）104に出力する。Rセンサーは、受光した光束MのフレームR内のAFエリアの画像データ（R成分）を混合演算部112に転送し、また、Bセンサーは、受光した光束MのフレームB内のAFエリアの画像データ（B成分）を混合演算部112に転送する。混合演算部112は、入力するR成分の画像データ

とB成分の画像データとを混合演算し、M成分の画像データを画像メモリ（フィルタM用AFエリア）105に転送する。すなわち、1回の撮影で各光束が別々に取り込まれ、AFエリアの2組の画像データが outputされる。

【0032】この後、この2組の画像データから互いの相互相関係数を求めるこにより、原点位置から相関値のピーク点（黒点）までの方向と距離から、この2つの画像データがどの程度どの方向にズれているかを検出する。

【0033】図5は、Gフィルタ（光束G）のAFエリアの画像データとMフィルタ（光束M）のAFエリアの画像データとの相互相関係数の関係の一例を示す図である。同図において、（a）は、前ピンの場合を示し、

（b）は合焦している場合を示し、（c）は後ピンの場合を示す。この2組の画像データ（31, 32）から相互相関係数（33）を求め、原点位置から相関値のピーク点（黒点）までの方向と距離から、この2つの画像データがどの程度どの方向にズれているかを検出する。この検出結果に基づき、AFレンズ101の合焦位置までの距離と方向を算出する。尚、ズレの程度が大きい程、合焦位置から遠い位置にあることを示し、ズレがない場合には、合焦位置であることを示している。

【0034】つぎに、上記デジタルカメラの全体動作の概略を図1を参照して説明する。まず、操作者の操作によって、図示しないシャッタボタンが半押しの状態になると、デジタルカメラの撮像用光学系はAFセンサーとして作動する。まず、AFのための撮像では、AF絞り102のGフィルタ102a、Mフィルタ102bから

それぞれ光束1（光束G）、光束2（光束M）が同時に通過し、光束1（光束G）、光束2（光束M）が原色系イメージセンサー103上に結像され、原色系イメージセンサー103により取り込まれる。原色系イメージセンサー103においては、Gセンサーは、受光した光束GのフレームG内のAFエリアの画像データ（G成分）を画像メモリ（フィルタG用AFエリア）104に出力する。Rセンサーは、受光した光束MのフレームR内のAFエリアの画像データ（R成分）を混合演算部112に転送し、また、Bセンサーは、受光した光束MのフレームB内のAFエリアの画像データ（B成分）を混合演算部112に転送する。混合演算部112は、入力するR成分の画像データとB成分の画像データとを混合演算し、M成分の画像データを画像メモリ（フィルタM用AFエリア）105に転送する。一回の撮像で異なる光束が取り込まれることになる。

【0035】つぎに、相互相関演算部106では、画像メモリ104、105に格納された2組の画像データ（GフィルタおよびMフィルタのAFエリアの画像データ）の相互相関係数の演算が行われる。この2組の画像データを空間領域で直接演算する場合には、AFエリア

が広くなるほど膨大な積和演算を必要とし、演算時間が大となる。AFエリアのGフィルタ102a、Mフィルタ102bの画像データを各々 $f(u, v)$ 、 $g(u, v)$ とし、相互相関係数を $h(u, v)$ とすると、相互*

$$h(u, v) = f(u, v) \star g(u, v) \dots (1)$$

ただし、★は相関演算の記号を示す。

【0037】本実施の形態では、空間領域を周波数領域での乗算に置き換えることによって、大幅に演算数を減らすことしている。

【0038】具体的には、2次元FFT部200、201では、画像メモリ104、105にそれぞれ格納されたAFエリアのGフィルタ102a、Mフィルタ102bの画像データ $f(u, v)$ 、 $g(u, v)$ について次※

$$H(U, V) = F(U, V) \times G(U, V) \dots (2)$$

ただし、 $G(U, V)^\star$ は、 $G(U, V)$ の複素共役である。

【0041】そして、2次元IFFT部203は、周波数領域の相互相関係数 $H(U, V)$ を2次元フーリエ逆変換して、相互相関係数 $h(u, v)$ を算出する。これにより、少ない演算量で相互相関係数 $h(u, v)$ の算出が可能となる。この相互相関係数 $h(u, v)$ は、相互相関係数メモリ107に格納される。

【0042】距離方向算出部108は、相互相関係数メモリ107に格納された相互相関係数 $h(u, v)$ のピークとなる点と原点(合焦点)との距離や方向から(図5参照)、AFレンズ101の現在位置と合焦点までの距離と方向を算出する。AF光学系駆動回路109は、距離方向算出部108で算出されたAFレンズ101の合焦点までの距離と方向に基づき、AFレンズ101を合焦点位置を移動させる。以上の動作でAF動作は終了する。尚、合焦点の精度を高めるために、一旦合焦点に移動させた後、上記したAF動作を繰り返し行って合焦点の精度をより高めることにしても良い。

【0043】AF動作が終了すると、絞り切替機構110により、AF絞り102は撮像用光学系からはずされ、被写体の本撮影の準備が行われる。そして、AFレンズ101の移動が終了すると、シャッタボタンの全押し待ちの状態となる。

【0044】この後、シャッタボタンが全押しされると、それに連動して一定時間シャッタが開き、被写体からの被写体像を原色系イメージセンサー103で受光する。そして、原色系イメージセンサー103で被写体像は光電変換されて画像データとして、各色毎にフレーム用画像メモリ111に転送されて一旦格納される。そして、フレーム用画像メモリ111に格納された画像データは、図示しない後段の画像処理系に転送され、ホワイトバランス等の画像処理を経た後、保存またはモニタ表示等がされる。

【0045】以上説明したように、本実施の形態1では、AF絞り102は、AFレンズ101の中心に対し★50

*相関係数を $h(u, v)$ は、下式(1)の如く表される。

【0036】

※々2次元フーリエ変換を行い、周波数領域のデータ $F(U, V)$ 、 $G(U, V)$ に変換する。

【0039】つづいて、複素乗算部202は、周波数領域のデータ $F(U, V)$ 、 $G(U, V)$ に対して、下式(2)に示すような複素乗算を行い、周波数領域の相互相関係数 $H(U, V)$ を算出する。

【0040】

★で異なる偏心位置に配された開口部に、異なる色フィルタ(Gフィルタ102a、Mフィルタ102b)を夫々配置し、AFのための撮像では、AF絞り102の各色フィルタ102a、102bを通過する各光束に応じた画像フレーム内のAFエリアの画像データを色別に取得し、相互相関演算部106は、当該色別の画像データ間の相互相関係数を算出し、距離方向算出部108は、当該相互相関係数に基づき、AFレンズ101の合焦点までの距離と方向を算出して、当該AFレンズ101を合焦点位置に駆動することとしたので、AFのための1回の撮影で、合焦点位置までの距離と方向を得ることができ、高速な合焦点動作が可能となる。すなわち、2つの異なる光束をそれぞれ別フレームに振り分け、各フレームのAFエリアの画像データを夫々取得し、この2組の画像データについて相関係数を求め、当該相互相関係数に基づきAFレンズ101の合焦点までの距離と方向を算出する構成であるので、測距検出器(AFセンサー/モジュール)を要することなく、合焦点したい画像エリア(AFエリア)に対して素早く合焦点させることができとなる。

【0046】また、本実施の形態1では、色フィルタとして、原色フィルタと補色フィルタを用いているので、原色系イメージセンサーを使用した場合に、原色フィルタを通過した光束は、ある一色のセンサで感知し、補色フィルタを通過した光束は他の2色のセンサで感知でき、2つの光束を分離して取り込むことが容易となる。

【0047】また、本実施の形態1では、原色フィルタをGフィルタとし、補色フィルタをMフィルタとしたので、原色系イメージセンサーを使用した場合に、Gフィルタを通過した光束はG色センサで感知し、Mフィルタを通過した光束はR色およびB色センサーで感知することができ、2つの光束を分離して取り込むことが容易となる。

【0048】(実施の形態2)図6は、実施の形態2に係るデジタルカメラのAF処理系の構成図を示す。図6に示す実施の形態2のデジタルカメラのAF処理系が実

11

施の形態1と異なる構成は、2次元FFT部200、201で2次元フーリエ変換された画像データの周波数領域のデータF(U,V)、G(U,V)の高周波成分を検出する高周波検出部113を備えている点であり、他の構成は図1の構成と同様であるので、同等構成の部分は図1と同一符号を付しかかる部分の説明は省略する。

【0049】実施の形態2のデジタルカメラにおいては、実施の形態1のAF動作、すなわち、光束Gに応じたAFエリアの画像データと光束Mに応じたAFエリアの画像データとの相互相関係数を算出し、当該相互相関係数に基づき、AFレンズ101の合焦位置までの距離と方向を算出して、概略の合焦位置を算出し、さらに、合焦位置近傍で、山登り法により最終的な合焦位置を決定する。具体的には、高周波検出部113により、AFエリアの画像データの高周波成分がピークとなる点を算出し、距離方向算出部108は、AFエリアの画像データの高周波成分がピークとなる点を合焦位置と判定する。そして、AF光学系駆動回路109は、距離方向算出部108で算出された合焦位置まで、AFレンズ101を移動させる。

【0050】以上説明したように、本実施の形態2では、AF絞り102は、AFレンズ101の中心に対して異なる偏心位置に配された開口部に、異なる色フィルタ(Gフィルタ102a、Mフィルタ102b)を夫々配置し、AFのための撮像では、AF絞り102の各色フィルタ102a、102bを通過する各光束に応じた画像フレーム内のAFエリアの画像データを色別に取得し、相互相関演算部106は、当該色別の画像データ間の相互相関係数を算出し、距離方向算出部108は、当該相互相関係数に基づき、AFレンズ101の合焦位置までの距離と方向を算出して、概略の合焦位置を求め、さらに、概略の合焦位置近傍で、高周波検出部113は、撮像して得られたAFエリアの画像データの高周波成分に基づき、最終的な合焦位置を判定することとしたので、合焦ミス(山登り法の欠点の1つである極大点に収束するような場合)なく、より高精度に合焦することが可能となる。また、相互相関係数を算出する際に使用する2次元FFT部で周波数成分を求めることができ、山登り法で通常必要となる高周波成分検出用のフィルタ回路が不要となる。

【0051】尚、本発明は上記した実施の形態に限定されるものではなく、発明の要旨を変更しない範囲で適宜変更可能である。

【0052】また、本発明の自動合焦装置は、ビデオカメラ、デジタルカメラ等の撮像素子を用いた画像入力機器に広く適用可能である。

【0053】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1に係る自動合焦装置によれば、AFレンズの中心に対して互いに異なる偏心位置に開口部がそれぞれ設られ、当該各開口

12

部に異なる色フィルタが夫々配置された、前記フォーカス対象の被写体からの光束を制限するAF絞りを設け、撮像される画像フレームの一部をAFエリアとして設定し、AFのための撮像では、AF絞りの各色フィルタを通過する各光束に夫々応じた各画像フレーム内のAFエリアの画像データを夫々取得し、AFエリアの画像データ間の相互相関を算出し、当該相互相間にに基づきAFレンズの合焦位置までの距離と方向を算出して、当該AFレンズを合焦位置に駆動することとしたので、AFのための1回の撮影で、合焦位置までの距離と方向を得ることができ、高速な合焦動作が可能となる。

【0054】また、請求項2に係る自動合焦装置によれば、請求項1記載の自動合焦装置において、異なる色フィルタの一方を原色フィルタとし、他方を補色フィルタからなることとしたので、原色系イメージセンサーを使用した場合に、原色フィルタを通過した光束は、ある一色のセンサで感知し、補色フィルタを通過した光束は他の2色のセンサで感知でき、2つの光束を分離して取り込むことが容易となる。

【0055】また、請求項3に係る自動合焦装置によれば、請求項2記載の自動合焦装置において、原色フィルタをGフィルタとし、補色フィルタをMフィルタとしたので、原色系イメージセンサーを使用した場合に、Gフィルタを通過した光束はG色センサで感知し、Mフィルタを通過した光束はR色およびB色センサーで感知することができ、2つの光束を分離して取り込むことが容易となる。

【0056】また、請求項4に係る自動合焦装置によれば、AFレンズの中心に対して互いに異なる偏心位置に開口部がそれぞれ設られ、当該各開口部に異なる色フィルタが夫々配置された、前記フォーカス対象の被写体からの光束を制限するAF絞りを設け、撮像される画像フレームの一部をAFエリアとして設定し、AFのための撮像では、AF絞りの各色フィルタを通過する各光束に夫々応じた各画像フレーム内のAFエリアの画像データを夫々取得し、AFエリアの画像データ間の相互相関を算出し、当該相互相間にに基づき、AFレンズの合焦位置までの距離と方向を算出して、当該AFレンズの概略の合焦位置を決定し、更に、概略の合焦位置近傍で、撮像して得られたAFエリアの画像データの高周波成分に基づき、最終的な合焦位置を判定することとしたので、高速かつ高精度な合焦動作が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施の形態1に係る自動合焦装置を適用したデジタルカメラの構成を示すブロック図である。

【図2】図1の原色系イメージセンサーの画像フレームおよびそのAFエリアを示す図である。

【図3】図1のAF絞りによる光束の取り込みを説明するための説明図である。

【図4】図1のデジタルカメラのAFの原理を説明する

説明図である。

【図5】AFエリアのGフィルタおよびMフィルタの画像データ間の相互関係係数の関係の一例を示す図である。

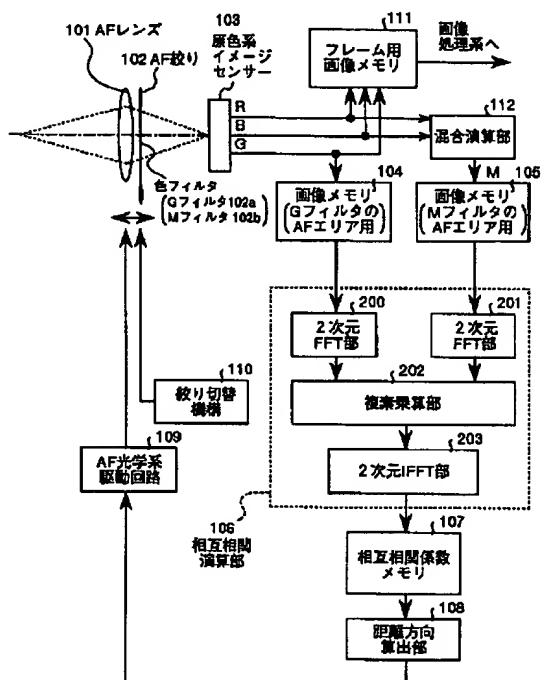
【図6】実施の形態2に係る自動合焦装置を適用したデジタルカメラの構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

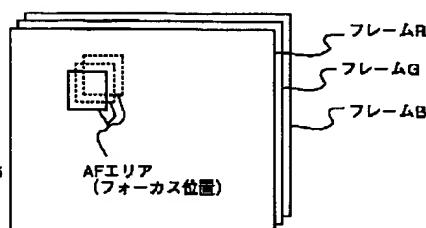
- 101 AFレンズ
- 102 AF絞り
- 102a Gフィルタ
- 102b Mフィルタ
- 103 原色系イメージセンサー
- 104 画像メモリ（フィルタGのAFエリア用）

105	画像メモリ(フィルタMのAFエリア用)
106	相互相関演算部
107	相互相関係数メモリ
108	距離方向算出部
109	AF光学系駆動回路
110	絞り切替機構
111	フレーム用画像メモリ
112	混合演算部
113	高周波検出部
10 200	2次元FFT部
201	2次元FFT部
202	複素乗算部
203	2次元IFFT部

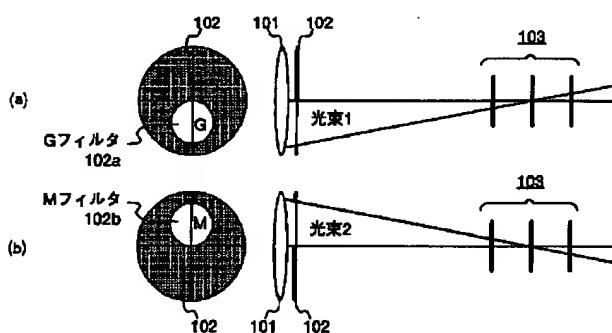
〔四〕



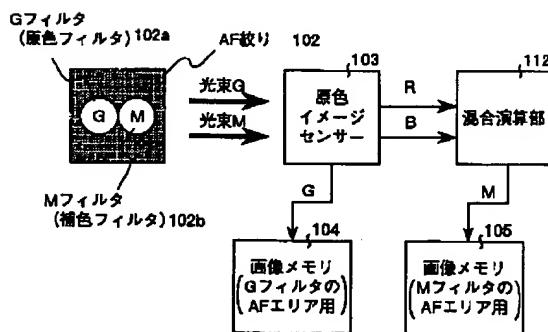
〔圖2〕



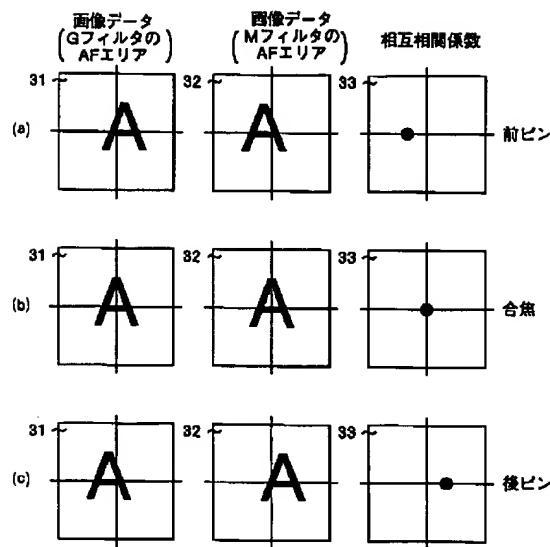
〔圖4〕



〔図3〕



【図5】



【図6】

